
SEL0417 - Fundamentos de Controle

Resposta de Sistemas de 1^a e 2^a Ordens

Resposta de Sistemas de 1ª e 2ª Ordens

A resposta ao degrau pode ser usada para identificação de sistemas ou definição de requisitos de desempenho.

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- A forma padrão da F.T. de um sistema de 1ª ordem é:

$$G(s) = \frac{K}{1 + sT}$$

Sendo que,

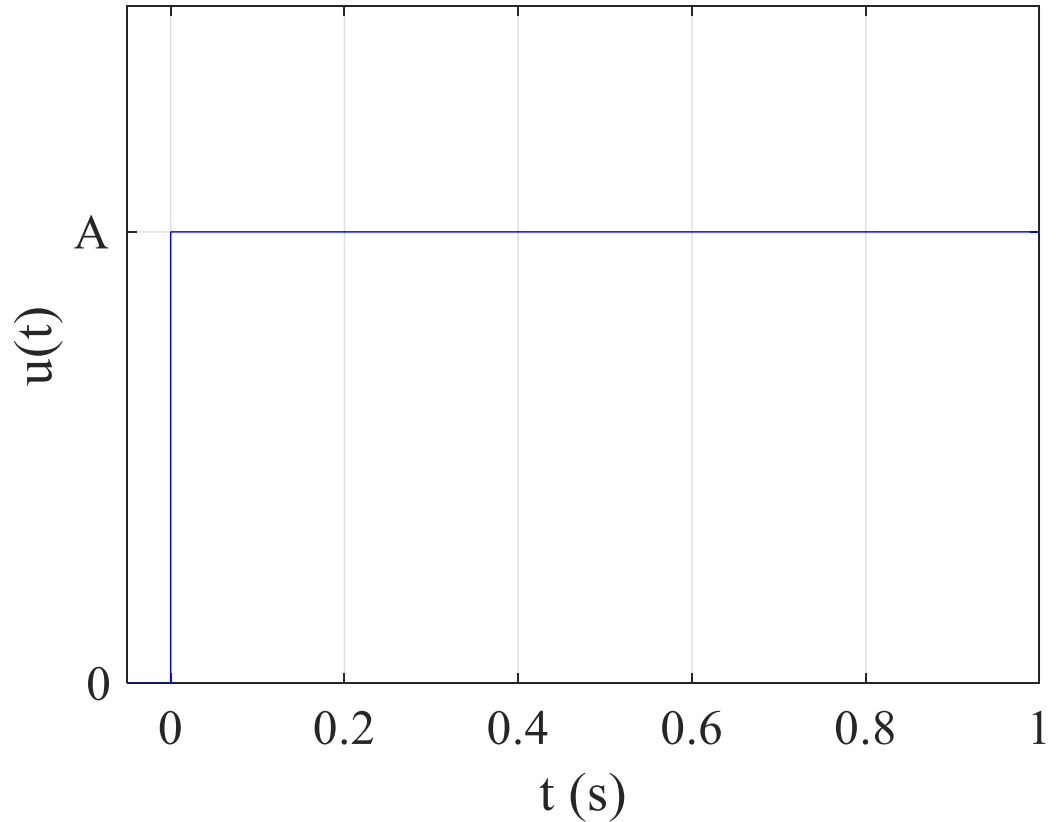
K = ganho em regime permanente;

$s = j\omega$ com $\omega = 0$ (ou seja, $s = 0$) representa o regime permanente no domínio da frequência.

T = constante de tempo

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- Procedimento de identificação:
 - Considere que a entrada do sistema é um degrau unitário de amplitude A , conforme indica a Figura.



Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- Procedimento de identificação:

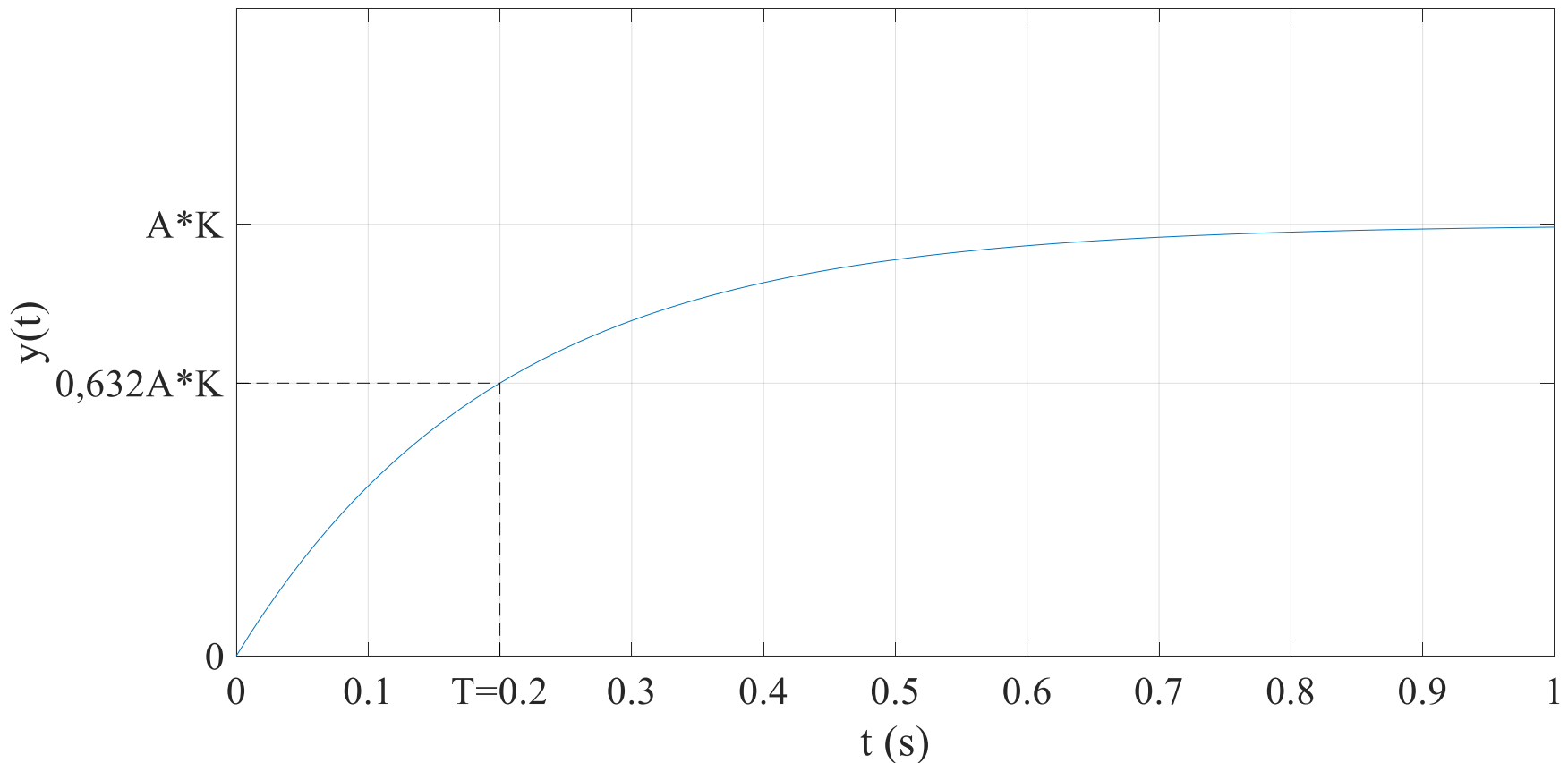
A resposta do sistema de primeira ordem para a entrada apresentada será:

$$Y(s) = G(s)U(s) = \frac{K}{1 + sT} \cdot \frac{A}{s} = K \cdot \frac{A}{Ts^2 + s}$$

$$\mathcal{L}^{-1}\{Y(s)\} = y(t) = K \cdot A(1 - e^{-\frac{1}{T}t})$$

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- A representação gráfica dessa resposta, no tempo, será:



Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- Nos sistemas de primeira ordem, podemos analisar, principalmente, dois parâmetros:

i) Ganho K:

Primeiro, considere o teorema do valor final. Por esse teorema, temos que:

$$\lim_{s \rightarrow 0} sY(s) = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$$

Assim, podemos determinar o valor de regime permanente da saída do sistema, partindo apenas da T.F. do sistema e da transformada de Laplace da entrada.

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

i) Ganho K:

Assim, para os sistemas de primeira ordem, tem-se:

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \frac{K \cdot A}{Ts^2 + s} = \textcircled{K \cdot A} (\text{Valor de regime permanente})$$

Dividindo pela amplitude do degrau: $\frac{K \cdot A}{A} = K$

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

ii) Constante de tempo T:

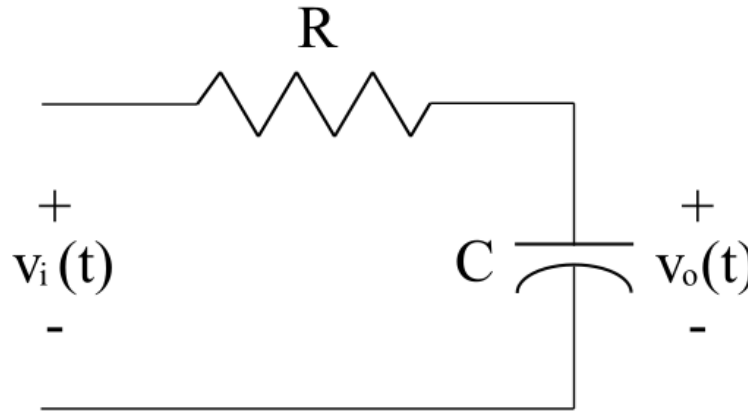
Em $t = T$,

$$y(T) = K \cdot A \left(1 - e^{-\frac{1}{T}T}\right) \approx 0,632K \cdot A$$

Portanto, essa constante está relacionada ao instante em que o sistema atinge 63,2% do seu valor de regime permanente.

Resposta de Sistemas de 1ª Ordem

- Exemplo de sistema de 1ª ordem: Circuito RC



Função de transferência: $G(s) = \frac{1}{RCs+1}$

Por analogia ao que foi apresentado, $K = 1$ e $T = RC$.

Neste caso, o resistor dissipa potência e age como um elemento amortecedor no sistema